Also published as:

JP3595901 (B2)

FR2784119 (A1)

US6338763 (B1)

DE19947393 (A1)

**KR20000028786** (A)

## HIGH STRENGTH STEEL WIRE FOR SPRING AND ITS PRODUCTION

Publication number: JP2000169937 (A)

Publication date: 2000-06-20

Inventor(s): HAYASHI HIROAKI; SUZUKI SHOICHI; OCHIAI YUKIO;

HASHIMURA MASAYUKI; HAGIWARA HIROSHI; MIYAKI

**TAKANARI** 

Applicant(s): SUZUKI METAL INDUSTRY CO LTD; NIPPON STEEL

CORP

Classification:

- international: C22C38/02; C21D9/52; C22C38/00; C22C38/06;

C22C38/18; C22C38/34; C22C38/44; C22C38/46;

C22C38/50; C21D1/18; C22C38/02; C21D9/52; C22C38/00;

C22C38/06; C22C38/18; C22C38/34; C22C38/44;

C22C38/46; C22C38/50; C21D1/18; (IPC1-7): C22C38/00;

C21D9/52; C22C38/18; C22C38/50

- European: C21D9/52B; C22C38/06; C22C38/34; C22C38/44;

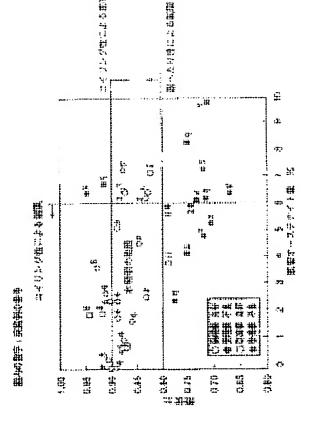
C22C38/46

Application number: JP19990103305 19990409

Priority number(s): JP19990103305 19990409; JP19980280168 19981001

## Abstract of JP 2000169937 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an oil tempered steel wire having high strength (>=1960 MPa tensile strength) and good workability. SOLUTION: This steel wire is the one contg., as steel components, by weight, 0.4 to 0.7% C, 1.2 to 2.5% Si, 0.1 to 0.5% Mn, 0.4 to 2.0% Cr and 0.0001 to 0.005% Al, in which the content of P is limited to <=0.015%, and that of S to &lt;=0.015%, and the balance Fe with inevitable impurities, in which the size of nonmetallic inclusions is &lt;=15 &mu m, its tensile strength is &gt;=1960 MPa, the yield ratio (&sigma 0.2/&sigma B) is 0.8 to 0.9 or the yield ratio is &gt;=0.8, and also, the content of retained austenite is controlled to &lt;=6%.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本通格群庁 (JP)

€ 獓 4 盐 业 噩 (2) (3)

特測2000-169937 (11)特許出顧公開番号

(P2000-169937A)

(43)公開日 平成12年6月20日(2000.6.20)

(51) Int.Cl.?		中国医验	F I			₹1-12-4.
C22C	38/00	301	C22C	38/00	301Y	4K043
C21D	3/25	103	C21D	9/52	1033	
C22C	38/18		C22C	38/18	-	
	38/20			38/20		

(全 12 頁) **審査請求 未顧求 請求項の数6 OL** 

(21) 出觀器号	特順平11-103305	(71) 出事人 000252056	000252056 餘木金属工業株式会社
	平成11年4月9日(1999.4.9)		東京都千代田区九の内1万目8番2号
4	(31)優先権主義者号 特闘平10-280168 のかがから かかんだい	(1) 田間へ wwwwoooo 新田木総書	WWWooss) 新日本製藝杯式会社 普合著工作田区十二年90日日 第9日
(33)優先權主張国	〒本(JP)	(72)発明者 林 博昭	本 本
			千葉県習志野市東習志野7丁目5番地1号 鈴木金属工業株式会社内
		(74)代理人 100088018	100088018
			井理士 三浦 枯裕
			最終可に強く

## (54) 【発明の名称】 高強度ばね用無線およびその製造方法

【課題】高強度 (引張強度1960MPa以上) かつ良 加工性を有するオイルテンパー線を提供する。

7%, Si:1. 2~2. 5%, Mn:0. 1~0. 5 【解決手段】鋼成分として、重量%でC:0.4~0. 0.005%を含むとともに、P :0.015%以 %, Cr: 0. 4~2. 0%, A1: 0. 0001~

下、S : 0.015%以下に制限し、残部がFeと不 可避的不純物からなり、非金属介在物の大きさが15 μ m以下、引張強度が1960MPa以上を有し、降伏比 (の0,2/の8)が0.8以上0.9以下、または降伏比 0.8以上かつ残留オーステナイト量6%以下とした高

強度ばね用鋼線およびその製造方法、

【請求項1】網成分として、重量%で、

C:0.4~0.7%  $Si:1.2\sim2.5\%$ 

Mn: 0, 1~0, 5%

 $Cr: 0.4 \sim 2.0\%$ 

Î

A1:0.0001~0.005%を含むとともに、 P:0.015%以下

S:0.015%以下

に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金 属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960 MPa以上を有し、降伏比 ( σ<sub>3, 1</sub>, ′σ<sub>1</sub> ) が0.8以上 9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ

ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線、

【請求項2】網成分として、重量%で、 C : 0. 4~0. 7%

Si:1.2~2.5%

Mn: 0. 1~0. 5% Cr: 0. 4~2. 0%

 $A1:0.0001\sim0.005\%$ 

N : 0.050~0.4%かつMn+Vが0.6%以下 となるように含むと共に、

P : 0. 015%以下 S : 0.015%以下

Mpa以上を有し、降伏比 (の5, i/のs) が0.8以上 に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金 属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960

加え、重量%でNi:0,1~2,0%を含み、非金属 0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ [請求項3]請求項1または2に規定された化学成分に ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線。

介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960M 0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ Pa以上を有し、降伏比 (σ<sub>6.2</sub> σε) が0.8以上 ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線、

【請求項4】請求項1から3の何れかに規定された化学 非金属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が19 60Mpa以上を有し、降伏比 (の)。 ご のs) が0.8 以上0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オー **哎分に加え、重量%で№~:0.1~2.0%を含み、** ステナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線。

【請求項5】請求項1から4のいずれかに規定された化 学成分に加え、重量%でNb:0.005~0.05% を含み、非金属介在物の大きさが15μm以下、引張強 またはTi:0.005~0.05%の1種または2種 が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8以上かつ 残留オーステナイト量を6%以下とした高強度ばね用網 度が1960MPa以上を有し、降伏比 (の2.2.1のE)

【請求項6】請求項1から5のいずれかに規定された化

が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8以上かつ により、非金属介在物の大きさが15μm以下、引張強 学成分の鋼に対し、加熱温度を920℃以上、境入れ時 **残留オーステナイト量を6%以下にする高強度ばね用鋼 の繰の温度を45℃以下となるように熱処理をすること** 度が1960MPa以上を有し、降伏比 (の6.2/の8)

(2) 000-169937 (P2000-169937A)

【発明の詳細な説明】

[0001]

【発明の属する技術分野】本発明はばね鰡およびその製 **造方法にかかわり、特に自動車、一般機械向けの高強度** を有するコイルばねに適するばね網およびその製造方法

[0002]

に関するものである。

いる。これまでの冷間コイルばねにはJIS G 4801に示さ オイルテンパー線が用いられてきた。またさらなる高強 2-57637号公報のように上述のベースとなるばね いる。特にばねの性能としての耐疲労性と耐へたり性が 間コイリングが一般的で、最近では懸架ばねのような大 れるようなSi-Mn系やSi-Cr系ばね鰡を用いた 度化を図るため、特開平1-83644号公報や特開平 網にM o , Vなどの元素を添加してオイルテンパー処理 い、搭載されているばねには更に高強度化が求められて 特に重要である。コイルばわは熱間または冷間にてコイ リングされてきた。しかし、自動車エンジンの弁ばねの ように高強度にも拘らず、線径が細いものに関しては冷 い線径のものに対しても冷間コイリングが増加してきて 【従来の技術】自動車や機械の小型化、高性能化に伴

知られている。しかし、引張強さが1960MPaを超 くすれば、耐疲労性および耐へたり性は向上することが 【0003】一般にばね素材の引張強さまたは硬度を高 える高強度ばねでは非金属介在物を起点とした疲労破壊 や粒界破壊など従来用いられていた低強度の材料では見 られない破壊の出現頻度が高くなる。さらに冷間成形を 行うばねでは素材となるオイルテンパー線の加工性(ば オイルテンパー線の引張強さが高くなると破壊ひずみが ね成形性)が重要な因子となる。 すなわち、オイルテン パー線を用いて冷悶形成によりコイルばねとする場合、 小さいため、コイリング中に折損する。 した解線が用いられてきた。

【0004】高強度と良好なコイリング性を両立させる 用いられている冷間コイリング法と比較して生産性、作 業性の面で雑があった。また、特開平3-162550 できると主張している。しかし、残留オーステナイト量 ため、特開平4-247824号公報では温間における コイリングが有効であるとされている。しかし、一般に 号公報では残留オーステナイトを利用し、コイリングに よる加工誘起変態によってひずみを開放し、折損を防止 の増加に対して引張試験での伸び値は増加するが、ノッ チ付き試験片での曲げ試験における曲げ角度測定結果に

ろ低下するなどの結果が示されており、その残留オース **ちいては残留オーステナイト量には影響しないか、むし** テナイト量の影響は明確ではなかった。 【発明が解決しようとする課題】本発明では高強度と冷 間での良好なばね成形性を両立できる高強度ばね用蝦線 とその製造方法の提供を課題としている。

0000

[9000]

であることが必要不可欠である。特に最近高強度のばね ることが多い。本発明においてもこのような元素が添加 を得る手法としてばねの窒化処理がしばしば適用されて いる.この場合の窒化温度は380~580℃という高 温が適用される。このような場合、オイルテンパー処理 C, Siに加え、V, Mo, Ti, Nbなどが添加され 【課題を解決するための手段】ばねの疲労強度、耐へた り性を向上させるためには1960MPa以上の高強度 時を含めて焼戻し軟化抵抗を高める手段として従来の

とともに、粒界を清浄化して粒界強度を向上させ、特に 谷間成形ばむの素材としてはオイルテンパー線が広く用 いう方式により製造される。この方式は極めて短時間の aを超えるような高強度化された材料で製造されたばね は、単純な疲労試験でも従来綱とは異なる破壊機構で破 で、破壊起点となる非金属介在物の大きさを小さくする 粒界に偏析して粒界強度を下げるP.Sを低減させるこ いられているが、このオイルテンパー線は伸線加工した 【0007】また、このように引張強さが1960MP 壊する。特徴的な破壊は従来よりも小さな非金属介在物 を起点とするものや粒界破壊を呈することが多い。そこ と、ばねの成形性に問題を生じることが多い。高強度な 材料を連続的に焼入れ・焼戻しをするストランド処理と 【0008】上述の合金元素を添加して高強度を得る とが重要である。

熱処理時間で効率よく焼入れ・焼戻しを行うことに特徴 がある。しかし、合金元素を固溶させるための加熱時間 の炭窒化物が基質中に残留しやすい。この炭窒化物は再 ずみの減少および切り欠き感受性の増大をもたらす。従 って、未固溶の炭窒化物を少なくすることが、冷間での 実際上の熱処理時において炭窒化物を制御しつつ降伏点 が熱間成形ばねの熱処理より短時間であるため、未固溶 せ、降伏強度を上昇させるので降伏点上昇に伴う破壊ひ 結晶に際し、結晶粒生成の核となり結晶粒界を微細化さ ばね成形性向上につながることを見出した。そのため、 を下げることが効果的である。

【0009】さらに上述の合金元素を添加した場合、残 留オーステナイトが偏析部や旧オーステナイト粒界付近 に残留することが多い。残留オーステナイトは加工誘起 変懸によってひずみエネルギーを解放するため、延性を 高かる場合もあるが、実際の冷間コイリングにおいては 加工性を損なうことが多い。すなわち、残留オーステナ

避的な散細なきずが生じた場合にはその傷近傍はマルテ なる。したがって、ばねのコイリング時にはこの局部的 低下させることを見出した。したがって、高強度材の冷 間コイリングにおいては、残留オーステナイトを極力低 域し、加工誘起マルテンサイトの生成を抑制することで 部が生成される。打ちきずや取り扱い上のきずなど不可 な高硬度部が欠陥となり折損に至り、コイリング特性を ばね成形時に誘起変態を生じると材料に局部的な高硬度 ンサイト化した高硬度部となり、局部的に極めてもろく イトは加工誘起変態によってマルテンサイトとなるが、 加工性を向上させることが効果的である。

【0010】すなわち本発明は(1)鋼成分として、重

C:0.4~0.7% Si:1.2~2.5%

Mn:0.1~0.5%

Cr:0.4~2.0%

A1:0.0001~0.005%を含むとともに、

P :0.015%以下

翼介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960 MPa以上を有し、降伏比 (の<sub>0.2</sub>/の<sub>6</sub>)が0.8以上 に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金 S : 0. 015%以下

0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線である。 【0011】また(2)網成分として、重量%で、

C : 0.4~0.7%

 $Si:1.2\sim2.5\%$ 

Mn:0.1~0.5%

Cr:0.4~2.0%

A1:0.0001~0.005%

V :0.050~0.4%かつMn+Vが0.6%以下

となるように含むとともに、

P : 0. 015%以下

:0.015%以下

属介在物の大きさが15μm以下、引張強度が1960 Mpa以上を有し、降伏比 (σ<sub>0.3</sub>/σ<sub>8</sub>)が0.8以上 0.9以下、または降伏比0.8以上かつ残留オーステ 【0012】また(3)前記(1)または(2)に規定 に制限し、残部がFeと不可避的不純物からなり、非金 ナイト量を6%以下とした高強度ばね用鋼線である。

された化学成分に加え、重量%でNi:0.1~2.0 %を含み、非金属介在物の大きさが15μm以下、引張 σ<sub>8</sub>)が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8以 Lかつ残留オーステナイト量を6%以下とした高強度は 強度が1960MPa以上を有し、降伏比(σ<sub>0.2</sub>

に規定された化学成分に加え、重量%でM○:0.1~ 【0013】また(4)前記(1)から(3)の何れか 2.0%を含み、非金属介在物の大きさが15μm以

下、引張強度が1960Μρα以上を有し、降伏比(σ 8以上かつ残留オーステナイト量を6%以下とした高強 3.2/σ<sub>8</sub>)が0.8以上0.9以下、または降伏比0. 度ばね用鋼線である。

5~0.05%またはTi:0.005~0.05%の (o<sub>0.2</sub>/o<sub>8</sub>)が0.8以上0.9以下、または降伏比 に規定された化学成分に加え、重量%でNb:0.00 1種または2種を含み、非金属介在物の大きさが154 m以下、引張強度が1960MPa以上を有し、降伏比 0.8以上かつ残留オーステナイト量を6%以下とした 【0014】また(5)前記(1)から(4)の何れか 高強度ばね用鋼線である。

以上残留オーステナイト量を0.6%以下にする高強度 【0015】また(6)前記(1)から(5)のいずれ かに規定した化学成分の鋼に対し、加熱温度を920℃ 以上、焼入れ時の線の温度を45℃以下となるように熱 処理をすることにより、非金属介在物<15μm、引張 σ₃)が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8% 強き1960MPa以上を有し、降伏点比(σg. g / / ばね用鋼線の製造方法である。

と加工性を両立する鋼線とその製造方法を発明するに至 【発明の実施の形態】発明者は焼入れ焼戻し後に高強度

った。その詳細を以下に示す。

元素であり、十分な強度を得るために0.4~0.7% とした。0. 4%未満では1960MPa以上の引張強 N.b. Mo. Ti等と結びついて炭化物を生成しやすい 【0017】Cは鋼材の基本強度に大きな影響を及ぼす 度が得られず、0.7%超では過共析に近くなり、V. ので上限を0.7%とした。 【0018】 Siはばねの強度、硬度と耐へたり性を確 保するために必要な元素であり、少ない場合は必要な強 た。また多量に添加しすぎると、材料を硬化させるだけ でなく、脆化する、特にオイルテンバー後のコイリング において折損を生じ易くなる。そこで焼入れ焼戻し後の 度、耐へたり性が不足するため、1.2%を下限とし 簡化を防ぐために2.5%を上限とした。

延はこのような過冷組織を生じないように注意深く行わ ト生成を促進する。さらにMnは残留オーステナイトの 【0019】Mnは硬度を十分に得るため、また鋼中に 存在するSをMnSとして固定し、強度低下を抑制する ために 0.1%を下限とする。Mnの上限値を 0.5% とした理由は以下に述べる。Mn量が多いと、伸線前の 圧延時にも局部的な過冷組織を生じ易くなる。通常、圧 れるが、Mnが多量に含まれるとミクロ偏析の影響で突 たMnは伸線前の皮むき工程 (シェービングあるいはピ 残留量に大きな影響を与える元素で、後述する製造方法 発的に生じる可能性が高い。このような過冷組織はひき つづき行われる伸線工程において断線の原因になる。ま ーリング工程)において加工熱による表層マルテンサイ

トを6%以下に前割するために多くを添加できない。本 発明においてはSを制限するため、Mn添加量を機械的 で製造した場合、オイルテンパー後に残留オーステナイ 性質が確保できる最低限に制限した。

【0020】Crは焼入れ性を向上させるとともに焼戻 **詰びついて窒化物を生成し、網を硬化させる,0.4%** Cr系炭化物を生成し、破壊特性を低下させる,したが し軟化抵抗を付与する。また窒化を行う網の場合、パと 未満ではその効果は顕著ではなく、2.0%を超えると ってCr含有量を0.4~2.0%と規定した。

じ、材料を脆化させる。特に粒界強度を低下させ、衝撃 す。そのため少ない方がよい。そこで脆化傾向が顕著と 【0021】Pは鋼を硬化させるが、さらに偏析を生 値の低下や水素の侵入により遅れ破壊などを引き起こ

なる0.015%を上限とした。

【0022】SもPと同様に鋼中に存在すると鋼を脆化 する。またMn添加の弊害を極力小さくするためにもS しく、その悪影響が顕著となるの。015%を上限とし が、MnSも介在物の形態をとるため、破壊特性は低下 の含有量を制限し、Mn添加量を最低限に抑制すること が必要である。従って、Sも極力少なくすることが望ま させる。Mnによって極力その影響力を小さくできる

出来る。特に最近高強度のぼねを得る手法としてばねの たVもMnと同様に残留オーステナイト生成に影響する 【0023】Vを添加すれば、軟化抵抗を高めることが 窒化処理がしばしば適用され、この場合の窒化温度は3 80~580℃という高温が適用される。このような高 温熱処理を受けた際の硬さ低下を防ぐ元素としてVは有 効な元素である。しかしその効果はいについては0.0 5%未満では効果がほとんど認められず、0.4%超で は粗大な未固溶介在物を生成し、朝性を低下させる。ま 元素である。従ってMnとVの合計添加量が0、6%を い。そこでMn+Vが0.6%以下となるように制限し 超えると、残留オーステナイト量を6%以下にできな

【0024】N1は焼入れ性を向上させ、熱処理によっ もに、ばねとしての破壊特性をも向上させる。その効果 させるため、冷間コイリング時の折損を防止させるとと は0.1%未満では効果が認められず、2.0%超では て安定して高強度化することができる。また延性を向上 効果が飽和する。

められなくなり、0.05%超では熱処理時に未溶解析 大きく、破壊起点となりやすいばかりでなく、オーステ し、オーステナイト粒の畝細化および析出強化に寄与す る。これらの元素は0.005%未満ではその効果は認 出部として残留しやすくなる。未溶解の析出物は寸法が 【0025】TiおよびNbは窒化物、炭化物を生成 ナイト粒の被組化や析出強化に寄与しなくなる。

【0026】Alは酸化物生成元素であり、鋼溶製にお

に、溶鋼段階で生成したA 1,O3は圧延伸線を経ても破 **疲労強度を低下させる原因となる。従ってA1含有量は** な高強度かつ細い径で使用される場合にはAIを多量添 加するとそれによって生成されるAI,O。が破壊起点と 砕されず、応力集中源になり易い。また変形能がマトリ ックスと異なるため、荷重を負荷された場合、A 12O3 **周りに応力集中を生じてクラックを生じ易い、このよう** な理由から破壊起点となりやすいため、 ばねにおいては いて脱酸に用いられることが多い。 しかし弁ばねのよう なりやすい。すなわち、A 1203は非常に硬質なため

生成させて、比較的軟質な酸化物を生成させれば、酸化 物は圧延、伸線段階で破砕されて微細になり、破壊起点 にならない。したがってMn系およびSi系酸化物の軟 150.005%超であれば粗大な $A_{12}O_{3}$ を生成する のでこれを上限とした。またAIを利用して積極的に酸 【0027】しかし現状技術による鋼溶製には脱酸が必 須であるため、脱骸元素の投入は避けられず、その骸化 物寸法を蹴細にする技術が必要である。そこでAIを含 む複合酸化物(たとえばMn-Si-Al系酸化物)を 質化には微量のA1を添加した方が好ましい。そこでA 0001%とした。これ未満ではA1を含む軟質な酸化 物を生成せず、Si系硬質酸化物を生成し、疲労強度が 化物の軟質化をはかるためにはA 1 含有量の下限を0.

る元素であり、窒化のような高温で処理されても鋼の軟 1%未満であればその効果が小さく、また2.0超 では鋼中で炭化物を生成し、逆に破壊特性を低下させる 【0028】Moは焼き入れ焼戻し後の軟化抵抗を与え 化を抑制し、必要強度を与えることが出来る。Moが ことがある。そのため、Moの含有量の下限を0.1 %、上限を2.0%とした。

物、硫化物については、その大きさが大きくなると疲労 物寸法の上限は15 mmであるので、これを上限値とし て規定した。この場合の測定方法は無作為の位置から採 観察し、認められた最大非金属介在物の円相当径を本発 【0029】 非金属介在物すなわち硬質な酸化物、窒化 強度に悪影響を及ぼす。本発明で対象とする1960M のため、本発明の強度レベルで悪影響を及ぼさない介在 取した鋼線の長手方向断面を光学顕微鏡に取り付けた画 Paの高強度では小さな介在物でも破壊起点となる。そ 像処理装置を用いて2000mm2にわたって介在物を 明で規定する非金属介在物寸法とする。

には鋼線の引張強さを1960MPa以上としなければ ならない。これ以下ではコイリング後のばねの性能が従 来の鱓線を用いたものと何ら変わりない性能となる。た だし、前述したとおり、コイリングにおけるばね成形性 の点からは降伏点に留意する必要がある。すなわち冷間 成形では室温付近での塑性変形によってばねを成形する 【0030】鋼線の強度であるが、高強度ばねに供する

このような状況では製造上のわずかな変動や、打ち傷な 塑性変形の開始応力と破断応力が接近した材料で どの要因により、破断する確率が非常に高くなり、コイ は破断寸前の応力負荷状態で成形していることになる。 リング特性が悪くなる。

の差を示す指標として降伏比を用い、引張強さが196 を見出した。逆にこの降伏比が0.8未満となると十分 なへたり特性を発揮できない。そこでへたりの観点から ステナイト量によっても変動するため残留オーステナイ 【0031】従って、塑性変形開始応力と破断応力の差 る。このような観点から、塑性変形開始応力と破断応力 降伏比を0.8以上とした。ただしこの規定は残留オー ト量が6%以下では降伏比が0.9以上でも冷間コイリ OMPaの場合、降伏比がO.9以下にすれば良いこと が大きい材料の方がコイリング特性が良いと考えられ

制限されるべきである。

生成され、むしろばねとしてのコイリング特性を低下さ せることを見出した。また最近のばねはショットピーニ うが、このように塑性変形を加える工程を複数含む製造 サイトが破壊ひずみを低下させ、加工性や使用中のばね の破壊特性を低下させる。また打ちきず等のような工業 的に不可避的の変形が導入された場合にもコイリング中 に容易に折損する。従って、残留オーステナイトを極力 【0032】残留オーステナイト量を6%以下とした理 由を述べる。残留オーステナイトは偏析部や旧オーステ ナイト粒界付近に残留することが多い。 残留オーステナ ばね成形時に誘起変態すると材料に局部的に高硬度部が ングやセッチングなど塑性変形による表面強化をおこな 工程を有する場合、早い段階で生じた加工誘起マルテン **低減し、加工誘起マルテンサイトの生成を抑制すること** イトは加工誘起変態によってマルテンサイトとなるが、 で加工性を向上させる。

920℃以上にした理由はばね鋼に対して十分なオース が不十分であると未溶解析出物となって残留する。未溶 解析出物はコイリング時の破壊起点になったり、祖大化 するために析出物の数が減少するため、析出強化に寄与 できなくなる。このように未固溶析出物は当初の元素を Ti, Nb系析出物の固溶量を0.1%以上にすれば析 出強化やコイリング時の折損防止に有効であることを見 [0033]次に製造方法に関して述べる。加熱温度を テナイト化温度とするだけでなく、析出物を十分に溶解 i , Nbなどは析出物を形成するが、境入れ前の溶体化 添加した意図に反した影響を現出するため、熱処理時に は十分な注意が必要である。その目安としてMo, V. する必要があるからである。すなわち、Mo.V.T

【0034】ここでMo, V, Ti, Nb系析出物の固 答量に関しての詳細を述べる。Vは炭素および窒素と親 fl性が良く、MC型で表される基本組成を持った化合物 を形成する。オーステナイト領域では加熱によってその

強化を起こす。その平衡濃度と温度の関係を示すと次式 で表される。 形態を変化させる。未固溶炭化物の挙動についていを例 に取ると、境入れ焼戻し過程においてV,C3として析出

(C=0.5%) ......(1) (30400/T) +30.88····· (2)  $V_4C_3 = 4V_7 + 3C_7$ 

log [ %V], (%C], =-

【0035】実際にはVCやVNのような他の形態の炭 窒化物もあるが、ここでは詳細を省略し、考え方を述べ 温度が非常に重要な因子であることが判る。この計算式 る。この式から加熱温度における固溶炭素量が求まり、

は平衡状態を考慮しているが、実際の短時間加熱ではさ らに固溶炭素量は少ないと考えられる。Nb、Tiにも 同様の関係が知られている。

 $\log[\%Nb]_{\tau}[\%C]_{\tau} = -(7970/T) + 3.31 \dots (4)$ NbC=Nb, +C,

 $TiC=Ti_r+C_r$ 

 $\log(\%Ti)$ , [%C], =-(10475. T)+4.68.....(6)

【0036】 これらの式から何れの添加元素も加熱温度 あるノッチ曲げ試験(ノッチを入れた試験片に対して折 度を増大させ、コイリング特性が向上する。本発明にお 20℃以上であれば、請求項1~6に規定した化学成分 の銅に対して請求項に記載の性能を引き出せることを見 る。Moに関しても英化物の形態が複雑であるため、定 損までの曲げ角度を測定する曲げ試験)における曲げ角 いてはこのような考え方から加熱温度を検討した結果9 式化されていないが、高温になるつれて固溶量は増大す この降伏点の低下は傷を有するばね網の延性評価方法で る。一方、加熱温度の高温化は、降伏点の低下を招く。 が高温になるにつれ固溶量が増大することが理解でき

くなる。また、合金元素が添加されるとMs点、Mf点が する製造方法について述べる.オイルテンパー線は伸線 材からオーステナイト化までの加熱、焼入れ、焼戻しと いう三つの工程を連続的に行うことによって製造される が、残留オーステナイトの発生は合金元素の固溶量、焼 る。すなわち、合金元素のうちオーステナイト安定化元 素である炭素、Mn, Ni, Moといった元素がオース テナイト中に固溶すると残留オーステナイトが発生し易 【0037】次に、残留オーステナイト量を6%以下と 低下し、一般の境入れ剤による境入れ温度ではMf点以 下にならず、完全にマルテンサイト化出来ず、残留オー 入れ時の線の温度、焼戻しの3条件によって左右され ステナイトが発生しやすくなる。

【0038】発生した残留オーステナイトはその後の焼 るが、請求項1~5に規定した添加元素は鋼の軟化抵抗 戻し工程で分解するが、高強度を得るために検戻し温度 を高め、高強度を得る観点から必要不可欠である。発明 者は、請求項1~5の化学成分の鋼をオイルテンパー処 理において残留オーステナイトを6%以下とするには焼 入れ温度をなるべく低くし、十分冷却することが重要で ず、難線内に残留することになる。合金元素の添加が少 なければ残留オーステナイトの発生量を容易に減少でき あり、焼入れ時の線の温度を45℃以下とすることによ が低い場合や焼戻し時間が短い場合には分解が完了せ り良好な結果が得られることを見出した。

強度は耐疲労性および耐へたり性の観点から引張強さを は表1に示す化学成分に溶製され、熱間圧延により48 mmの線材とした後、パテンチング-皮剥き-伸線-焼 イルテンパー線を作成した。発明鋼を含めて伸線過程で **斯線等の不具合は発生していない。オイルテンパー線の** 1960MPa以上とした。また表中の介在物寸法は表 【実施例】表1に本発明鋼の化学成分例とともに比較従 純-オイルテンパーの各処理を施してめ3.2mmのオ 来鑽(比較鋼)の化学成分を示す。本発明鋼(発明鋼) 層付近における測定結果である。

温度を高めることにより、発生した残留オーステナイト 明鋼はV、Mo、Ti、Nb等の未固溶炭窒化物を避け るため、従来鋼より加熱温度を高めた。さらに発明例に 0.8~0.9または残留オーステナイト量を抑制する ばね成形にあたっての変形抵抗を下げるために降伏点比 【0040】表2に発明鋼および比較鋼によるオイルテ ンパー線の熱処理条件および機械的性質等を示す。本発 ついてはばね成形にあたって折損をさけるため、降伏比 ために焼入れ温度を45°C以下とした。さらに、焼戻し の分解を促進し、その量を6%以下に抑制した。また、 も0.8以上0.9以下に調整した。

/ッチの反対側に半径6.5mmのボンチで3点曲/加 【0041】オイルテンパー線は高強度になると、切り 欠き感受性が高まり、ばね成形加工時に微細なきずを起 ッチを付け、次にノッチに引張応力が負荷されるように エを与え、折損までの曲げ角度を測定するノッチ曲げ試 点として折損事故を生じやすくなる。このばね成形性を 評価する手法として、ばね成形前に先立ち、高合金製チ ップをオイルテンパー線に押しつけだ深さ25kmのノ 験を行った。

【0042】図1に本発明網と従来網におけるオイルテ 示す。図2に残留オーステナイト量とノッチ曲げ角度の ッチ曲げ性が改善されており、加熱温度を高めることにより加工性の向上がはかれる、また残留オーステナイト ンパー処理における加熱温度とノッチ曲げ角度の関係を 関係を示す。本発明網は従来網の高強度材に比較してノ 量との関係においても従来難よりノッチ曲げ性が優れ、

:(7) 000-169937 (P2000-169937A)

(8) 000-169937 (P2000-169937A)

6%以下の残留オーステナイト量とすることにより、特に優れた加工性が得られた。

【0043】表2にはこれらの関係から各成分系における最適オイルテンパー処理条件、降伏比、残留オーステナイト量、ばね成形性。 疲労特性および耐へたり性を示す。 表2において成形性はばね成形 (コイリング) 時の折損評価 (折損率) きあらわしたもので、○:0.001%未満、△:0.001~1%、×:1%超である。さらに後労特性は5×10°回の時間強さを示し、平均負荷成力686MPaからの応力振幅を示し、振幅450MPa以上の場合その評価を○:良、450MPa未満の場合×:不良で示した。耐へたり性は残留せん断ひずみで評価し、3.5×10\*以下の場合を○:良とし、それ超の場合は×:不良とした。

(0044)表3に成形したばわの諸元を示す。2種類のはわにより、ばわ成形したばわか様の諸正を示す。2種類へなり性を評価した。ばわば数1は耐疲労特性および耐へなり性の評価用であり、ばわ性様2は冷間でのばね成が性評価用である。表2にその評価結果を示す。ばわ仕様1のばわば登化処理とショットビーニングを施して試験の供した。従来網によるオイルテンバー線はばわ成形性に優れるものは疲労強度および耐へたり性に劣るのに対し、本発明網によるオイルテンバー線はばね成形時のが積がなく、耐痰労性、耐へたり性の点においても比較網と同等以上であった。

【0045】図3に表1の実施例2~5、8、9および 11に示す化学成分の鍵を熱処理によって残留オーステ ナイト量と降伏比を変化させた場合の残留オーステナイト量と降伏比の関係を示す。図中の数字は実施例の寄号 を示す。熱処理はすべて加熱温度960でから焼き入 れ、420~500でで焼き戻した。ただし実施例8に 関しては本比較の場合は実験的に5で以下で焼入れ、十 分に変態を促進してから焼き戻した。

【0046】へたり柱とコイリング性の評価を行い、○ □はコイリング可能かつへたり柱が良好な実施例、● はコイリング性不良まだはへたり柱で十分でなかった例である。実施例8の類のように化学成分が本発明の範囲である。実施例8の類のように化学成分が本発明の範囲

外の場合、残留オーステナイト量と降伏比を本発明の規 定内にするには焼入れ温度を極端に低くする必要がある など、工業的に適さない方法を導入する必要があった。 また実施例9、11の鍋のように化学成分が本発明の範 囲外の場合、通常の処理を行なうと、本発明の残留オー ステナイト量と降伏比にすることが困難で、工業的に処理することが困難と考えられた。

【0047】表4、表5にさらに、さまざまな化学成分について検討した実施例を示す。図4に表4、5の実施例における降伏比と残留オーステナイト量の関係を示す。図中◇:発明例、△★・比較例で、△はばね成形時の析損確率の高い例、▲は疲労特性またはへたり性の点で不良と判定された例である。本発明類によるオイルデンバー機は1960MPa以上の引張強さにもかかわらず、前述のようなノッチ曲は試験により儀れた加工性を含する。

【0048】実施例27および28は介在物寸法が発明例の制限より大きく、疲労特性が不良である。実施例24、29~31および33は降伏比もしくは残留オーステナイトの範囲が発明の範囲外で、実施例24、29、30およびが存長であった。実施例25および3はばわ成形性が不良であった、実施例25および26はP、Sが発明例より多く、疲労特性が不良であった。実施例23、24、29、30および31は発明例に比べ疲労特性、耐へたり性の双方に劣ま、また実施例32は化学成分は発明の範囲内である。対、強度が不井がで疲労強度において不良であった。が、強度が不井分で疲労強度において不良であった。

【0049】本発明は化学成分のみならず、熱処理を適切に行い、発明例に示す降伏比、残留応力量に制御することで加工性とばわの性能の両立を可能とした。ただし接労特性、耐べたり性に適した成分設計を行なった本発明で規定された化学成分を有する鋼でなければ工業的な熱処理において、実用上の加工性とばわ性能を両立させることは困難である。

[0050] [表1]

(0052)

(表3)

[0053]

13.2 3.20 げわ仕様2 8 7 6.615 ばれ仕様1 6.5 50.0 3.20 21.2 8 8 ロイン中沙衛 や配田四 ばね指数 日産業 数非数

×	低	35	213	22	21.	욻	214	38	133	158	ន្ត	22
	₹.	01	13	6	12	12	=	11	12	6	13	10
¥		0.0009	0.0008	0.0010	0,0011	0.0007	0.0011	0.0012	0.0011	0.0015	0.0010	0.02 0.0009
윷		,	~	·		,	ļ		-		1	0.02
Ξ		_	1	1	1	ı	0.02	1	1	ı	1	ı
>		0.03	0, 10	0.10	0.10	0.10	0.09 0.02	١	0.20	0.47	0.20	0.36
٥Ж		0.09	1.22 0.10	0.10	0.10	1.20 0.10	1.18 0.09	,	1	9.52 0.16	1.50 0.50	1.02 0.22
Cr		0.01 0.79		0,81	0.81			89.0	69.0	6.52	1.50	
!N		0.01	0.05	0.02	0.51	0.50	0.02	0.01	0.05	0.01	0.01	0.02
S		0.00	0.006	9,000	90.00	0.006	0.008	0.007	0.008	0.009   0.01	0.011	0.009 0.02
Ъ		0.005	2.04 0.41 0.007	2.02 0.41 0.005	2.03   0.42   0.005	2.02 0.42 0.005	0.007	0.013	0.008	0.017	1,35 0,70 0.011 0.011	0.75 0.008
Man		0.50 2.02 0.39	0.41	0,41	0,42	0.42	0.45	0.55 1.42 0.68	1.45 0.69	1.45 0.56	0.70	0.75
Si		2, 02	2.04	2, 02	2.03	2,02	2.03	1,42	1.45	1.45	1,35	2, 01
ပ		0.50	0.65	0.6	0.51	9.0	0.65	0.55	0.65	0.76	6.83	0.73
				元明 0.64						比較簡 0.76		
# H	2	_	2	m	4	٥	*	7	63	6	10	=

-	
ı	
0	
_	-

(表2)

たり性 勢手の行

ж		艦員	春日	粪	有	東京	<b>無</b> 尿	通過	事佚	暴骚	単げ	概形	東分輪	<u>₹</u>
X		湖	整整	ä	理盤	**	雅企	が悪	Ħ	<b>₩</b>	黄	#2	和	*
*		ည		ပ္	*	្ន	<b>3</b> ?	¥D,	10.1/12	×	deg.	1	B The	
-		250	¥.	45	35	094	88	1978	0.89	8:	33	0	O586±482	ö
~	æ	ŝ	<u> </u>	\$	ફ	\$	2%	2152	18.1	5.7	8	0	985±989O	8
3	靐	85 85	₹	9	જ્ઞ	8	23	2062	0.83	2.6	ន	0	O686±482	02.9
+	Œ	98	<u>‡</u>	45	જ	ŝ	28	2014	0.83	22	29	0	O686±473	õ
2		98	₹	\$	ક્ક	<b>₹</b>	28	2202	0.83	6.0	ន	0	O686±501	20
9		88	ž	\$	೫	<del>\$</del>	88	223	0.83	80.	57	0	O686±482	00
7		8	112	8	ន	442	<b>\$</b>	1963	0.91		:3	0	×686±423	×
∞	퐈	ŝ	12	8	ន	\$	\$	2049	0.92	2.0	17	0	×686±441	×6.5
6	*	930	82	8	ន	475	15	2116	95	5.5	77	◁	O686±490	ő
흐	*	8	22	8	3	230	2	2202	0.93	7.	83	◁	109 ∓9890	07.8
ΙΞ		8	176	8	42	8	51	2275	0.71	9.7	12	×	O686±508	02.6

5×10\*6 9×10\*6 1×10\*6 1×10\*6 1×10\*6 5×10\*6 1×10\*6

9×10-4

ပ		! S	Ma	α,	S	Ž	ວັ	r Mo	Λ	7.	9.	¥	(大) (1)
						$\Box$		_					F' I
0.65		1.98	0.35	0.00g	0.00	ŀ	::	ł	-	1	-	0.0010	2
3		1.76	0.30	800.0	0.004	1	0.76	0.24	1	1	ı	0.0012	-
ابخا		10.2	.29 0	900.0	\$00.0	1	0.01	1	12.0	ı	•	0.0010	=
133		1.99	0.29	0.004	100.0	-	0.81	1	0.10	1	1	0.0010	01
12		2.8	=	900.0	0.00	1	.05	=	e .	1	1	0.0008	
	65	20.2	3.31	900.0	\$00.0	1	1.25	0.10	0.11	1	-	0.0003	6
	55	.5	0.30	900.0	900.0	0.50	1.03	0.11	D. 12	-	-	D. 0008	10
	-	1.98	0.38	210.0	900.0	١	1. 13	_	- [	ı	0.020.0	0.000	=
. ~	55	1.59	0.31	0.007	900.0	1	9.	0.45	D.08	1	٠	0.0011	22
ب ا	22	1.59	0.28	600.0	900'0	•	0.81	1	D. 10	_	0.0	0.050.0007	6
	53	1. 59	0.20	600'0	100.0	*	1.51	1	0.30	-	•	0.0035	=
	63	1.01	0.35	0.007	0.008	1	0.75	1	-	_	-	0.0010	91
٦	3	98.0	27.0	100.0	0.004	-	1.05	_	-	1	,	D. 0011	13
	22	1.78	0.48	610.0	0.010	-	98.0	ı	D. 10	1	1	D. 001d	6
	119	1.53	0.35	110.0	120'0	-	0.11	0.10	t	1	-	D. 0009	11
	19	1.97	0.43	800.0	0.006	-	0.76	01.0	1	1	•	0.0115	11
·~	2	1.56	0.52	800.0	0.00€	-	=	ı	-	1	Ŀ	0.0013	98
	52	1.82	11.0	800.0	100.0	-	97.0	1	02.0	ı	1	D. 0011	12
100	25	7.11	0.49	900.0	0.008	-	0.49	-	1		1	D. 0010	11
•	19	7.01	0.45	0.010	0.009	0.30	. 300.89	ı	1	1	٠	0.0010	12
· •	55	1.64	0.40	900.0	0.004	-	0.74	ı	0.11	1	٠	D. 0012	11
•	99	20.2	18.0	900.0	0.005	1	1.25	5 0.10	0.10	1	'	D. 0009	6
4	1				-		I						

(表5)

[0054]

- P	#J	<u> </u>		採		<u>F</u>		35			L.	_	L	T		¥	L	*	_	£ 22	2		
発見	Ħ	Ç	935	935	980	920	920	980	920	935	920	920	920	930	950	920	920	350	920	920	950	950	١
発音	聖教	۵	141	Ξ	144	3	Ξ	144	₹	144	7	¥	₹	133	7	₹	Ξ	Ξ	₹	Ξ	Ξ	144	
1	H	r	45	9	46	ę	2	91	2	67	\$	45	ş	45	07	2	2	÷	9	8	80	80	•
爻	星童	\$	35	×	35	ä	ಜ	32	×	32	£	35	2	35	35	S	æ	33	22	~	2	32	•
素原		ဍ	081	410	120	\$	9	097	3	037	ş	9	ş	9	480	9	9	091	9	96	8	460	
武	皇教	Þ	28	33	88	33	28	85	23	85	3	3	3	89	85	33	3	85	3	2	=	28	
-	¥U E	Š	2155	2135	2067	1018	2209	2112	210	2138	2015	2182	2090	217	8118	2192	2188	2178	2196	2005	1986	2086	
松	¥	40. 1/61	0.83	0.80	0.82	0.84	16.0	0.92	88.0	0.84	0.82	0.87	16.0	0.87	0.79	0.87	0.17	0.85	0.86	0.75	0.76	0.92	90 0
影	*	*	1.1	2.9	3.5	Ξ	3.7	3.9	4.8	2.8	2.5		3.5	1.6	1.9	5.5	5.6	3.7	1 2	-	3.5	1.8	
Ē	# X	46.		9	. 62	99	15	99	1 28	29	3	22	15	7	38	2	=	25	65	23	63	21	
爱		74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	×	
表完件	#1	新福 19.9	O686±499	O686±506	O686±498	967 ∓ 989O	O685±510	\$05 <del>+</del> 983O	605∓989O	O686±501	O686±487	O586±495	00S∓989O	208∓889O	×586±425	×686±440	×€86±432	×686±435	×686±433	×686±419	X686±410	×686±406	10773070
動へたり性	表智慧所	ひずみ	O2.1×10 <sup>-4</sup>	OI.9×10-	O2.1×10-4	O3.0×10-4	O2.6×10-4	-01×9°2O	O2.7×10-4	O2.7×10-4	02.9×10-4	O3.2×10-4	O3.1×10-4	O3.0×10-4	×6.3×10-4	O2.4×10 *	O2.6×10-	03.1×10-4	D3.0×10-4	7-01×1.1× 011±383×	×8.1×10-4	×9.9×10-4	2.01.01

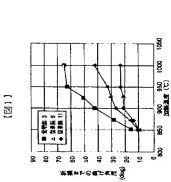
高強度オイルテンパー線を得ることが出来、かつ冷間の ばわ成形に際し、が損事故を発生させずにばわ加工を行うことが出来る。この結果、成形したばわにひずみとり 【発明の効果】本発明によれば、1960MPa以上の [0055]

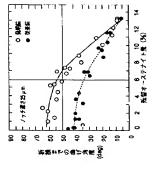
より、従来網によるばねと同等以上の耐疲労性と耐へた り性を備えたばねの製造が可能になる。 【図面の簡単な説明】 【図1】加熱温度と曲げ加工性の関係を示す図。 焼鈍、窒化処理、ショットピーニング処理を行うことに

【図3】残留オーステナイト量と降伏比の本発明請求範 【図2】残留オーステナイトと曲げ加工性の関係を示す

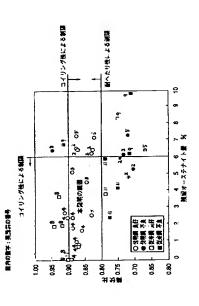
囲を示す凶。 【図4】 残留オーステナイト量と降伏比の本発明請求範 囲を示す凶。

[XZ]



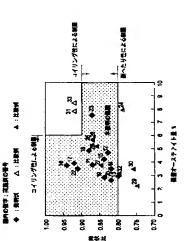


[图3]



## (#1))00-169937 (P2000-169937A)





[手続補正書]

7 【提出日】平成11年9月28日(1999.9.

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】すなわち本発明は(1)鋼成分として、重 量%でC : 0.4~0.7%Si:1.2~2.5%

Mn: 0. 1~0. 5%Cr: 0. 4~2. 0%Al:

0.0001~0.005%を含むとともに、P :

0.015%以下S:0.015%以下C制限し、残

部がFeと不可避的不純物からなり、非金属介在物の大 きさが15μm以下、引張強度が1960MPa以上を

または降伏比0.8以上かつ残留オーステナイト量を6 %以下とした高強度ばね用鋼線である。尚本明細書で降 伏比および降伏比(σ<sub>0.1</sub>/σ<sub>8</sub>)はJIS G0202 の1167の セット法によって算出した永久のび0.2%における荷 重を試験片原断面積で除した値であり、σgは同じくJIS 0.2はJIS 22241(1993年制定)に規定される耐力でオフ 有し、降伏比 (の6.2/の8)が0.8以上0.9以下、 規定の如く、何れも (の2.2/の8)を指すもので、の

片原断面積で除した値である。

72241(1993年制定) に規定される引張最大荷重を試験

(補正対象書類名)明細書

(補正対象項目名)0015

【補正方法】 変更

【0015】また(6) 煎記(1)から(5)のいずれ (補正内容)

かに規定した化学成分の網に対し、加熱温度を920°C 以上、焼入れ時の椽の温度を45°C以下となるように熱 処理をすることにより、非金属介在物<15μm、引張 が0.8以上0.9以下、または降伏比0.8%以上残 留オーステナイト量を0.6%以下にする高強度ばね用 強さ1960MPa以上を有し、降伏比 (σ<sub>3.2</sub>/σ<sub>8</sub>) 闡線の製造方法である。

【手続補正3】

《補正対象書類名》明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更 (補正内容) 【0040】表2に発明鋼および比較鋼によるオイルテ ンパー線の熱処理条件および機械的性質等を示す。本発 明鑑はV,Mo,Ti,Nb等の未固溶炭窒化物を避け 0.8~0.9または残留オーステナイト量を抑制する 温度を高めることにより、発生した残留オーステナイト るため、従来舞より加熱温度を高めた。さらに発明例に ついてはばね成形にあたって折損をさけるため、降伏比 ために焼入れ温度を45℃以下とした。さらに、焼戻し ばね成形にあたっての変形抵抗を下げるために降伏比も の分解を促進し、その量を6%以下に抑制した。また、 0.8以上0.9以下に調整した。

【手捺補正4】

【補正対象書類名】明細書

[補正対象項目名] 0048

【補正方法】変更

(補正內容)

[0048]実施例27および28は介在物寸法が発明 例の制限より大きく、疲労特性が不良である。実施例2

(12) 100-169937 (P2000-169937A)

不十分で接労強度において不良であった 4、29~31および33は降伏比もしくは残留オース 発明例に比べ疲労特性、耐へたり性の双方に劣る。また 3.0は疲労特性および耐へたり性の点で不良であり、実 施例31および33はばね成形性が不良であった。 実施 が不良であった。実施例24.29.30および31は 実施例32は化学成分は発明の範囲内であるが、強度が 例25および26はP.Sが発明例より多く、疲労特性 テナイトの範囲が発明の範囲外で、実施例24、29、

【補正対象書類名】図面 【補正対象項目名】図4 【補正方法】変更 [手続補正5] 【補正内容】

△ : 比較仮(ばな成形等の折接指導の施い密)

日本の日本本: 本本の日内

コイリング性による解説 **最多やい特にかる整題** ▲ :比較的(業労等位金をはへたり性で不当と対定された例) 33 ∆ ∆ 21 78 25 0 23 19 \$\langle \langle \lan ₽54 残留オーステナイト最光 コイリング位による登録 4 **4**29 **4**30 8 0.95 960 98 0.75 98

フロントペーンの統さ

千葉県習志野市東習志野7丁目5番地1号 鈴木金属工業株式会社内 鈴木 章一 (72)発明者

千葉県習志野市東習志野7丁目5番地1号 落合 征雄 (72)発明者

鈴木金属工業株式会社内 橋村 雅之 (72) 発明者

北海道室葡市仲町12番地 新日本製鐵株式 会社室蘭製鐵所內

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式 会社室蘭製鐵所内 宮木 隆成 (72) 発明者

萩原 博

(72) 発明者

Fターム(参考) 4K043 A402 AB01 AB04 AB05 AB10 会社室蘭製鐵所內

北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式

AB22 AB23 AB25 AB26 AB28 AB11 AB15 AB18 AB19 AB21 4B29 AB30 BB04 BB08